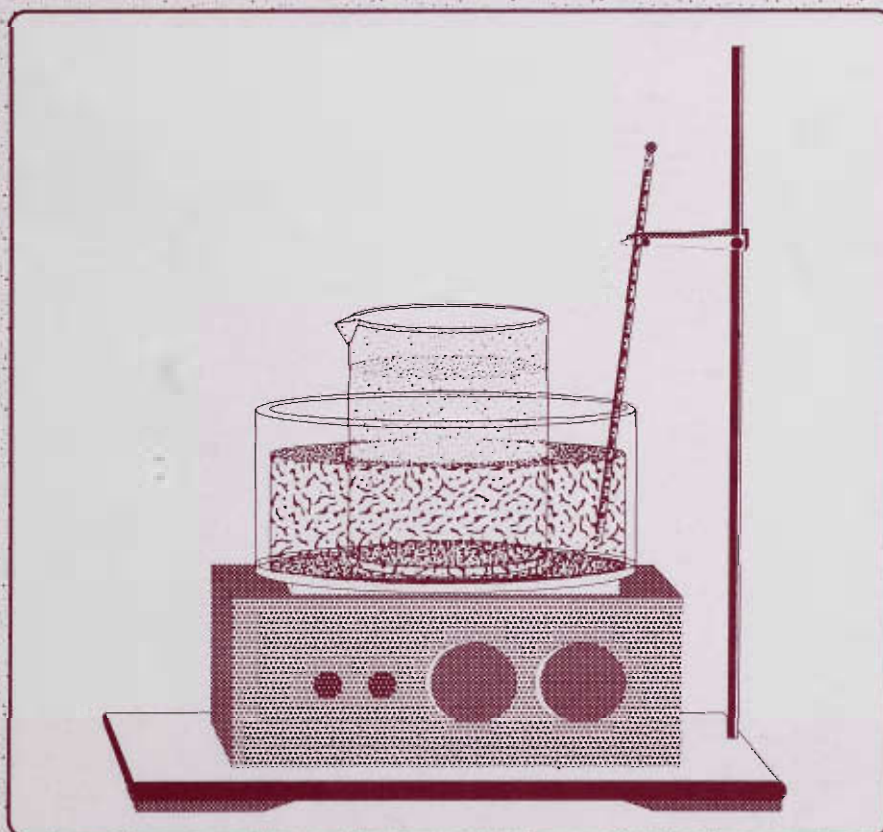


# Laboratorio de estructura de los materiales



UAM  
QD135  
L4.4



# 217548  
C.B. 2893163

# Laboratorio de estructura de los materiales



**AZCAPOTZALCO**  
COSEI BIBLIOTECA

2893163

## UAM-AZCAPOTZALCO

RECTOR

Mtro. Víctor Manuel Sosa Godínez

SECRETARIO

Mtro. Cristian Eduardo Leriche Guzmán

COORDINADORA GENERAL DE DESARROLLO ACADÉMICO

Mtra. María Aguirre Tamez

COORDINADORA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

DCG Ma. Teresa Olalde Ramos

JEFE DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES

DCG Silvia Guzmán Bofill

UAM  
QD135  
L4.4

ISBN: 970-654-633-2

© UAM-Azcapotzalco

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Azcapotzalco  
Av. San Pablo 180  
Col. Reynosa Tamaulipas  
Delegación Azcapotzalco  
C.P. 02200  
México, D.F.

Sección de producción  
y distribución editoriales  
Tel. 5318-9222/9223  
Fax. 5318-9222

1a edición, 2000  
5a reimpresión, 2003

Impreso en México

ESTE MANUAL ES UNA GUÍA PARA APOYAR A LOS PROFESORES Y ALUMNOS EN EL DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LOS TEMAS TRATADOS.

LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS TIENEN POR OBJETIVOS, PRIMERO INICIAR AL ALUMNO EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS, MATERIAL Y EQUIPO DE QUÍMICA, Y SEGUNDO, APOYAR LA U.E.A. DE ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES REAFIRMANDO ALGUNOS CONCEPTOS TEÓRICOS EN EL LABORATORIO,

EL MANUAL HA SIDO REVISADO Y CORREGIDO BAJO LA COORDINACIÓN DE LOS PROFESORES ING. LILIA FERNÁNDEZ S. E ING. LUIS CORDERO L. QUIENES CONTARON CON LA COLABORACIÓN DE LOS SIGUIENTES PROFESORES Y AYUDANTES EN LA ACTIVIDAD DE PROBAR LAS PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO:

JUAN C. ALCÁNTARA  
ARTURO ÁLVAREZ  
MIGUEL ÁVILA  
JOSEFINA BECERRIL  
MARTHA CABRERO  
IRMA DELFÍN  
JAQUELINE ESTRADA  
ROBERTO GÚÉMEZ  
ANASTACIO LÓPEZ

LUCÍA MIRANDA  
MARGARITA PORTILLA  
CARLOS ROA  
RAÚL REYES  
LILIA SANTARRIAGA  
MA. DE LA LUZ SOTO  
MIGUEL TRUJILLO  
FILIBERTO VÁZQUEZ

COORDINACIÓN DE LA ESTRUCTURACIÓN FINAL:

ING. LILIA FERNÁNDEZ SANCHEZ  
QUÍM. MA. TULA A. LUNA ROJAS

ÁREA DE QUÍMICA  
JUNIO, 1985



## CONTENIDO

PRÁCTICA	1	Análisis de fierro en una aleación	7
PRÁCTICA	2	Identificación de algunas características físicas y químicas del cemento	15
PRÁCTICA	3	Fibras y lacas	21
PRÁCTICA	4	Obtención del polimetacrilato de metilo	27
PRÁCTICA	5	Peso molecular de líquidos volátiles	33
PRÁCTICA	6	Solubilidad de una sal en agua a diferentes temperaturas	41
PRÁCTICA	7	Sistemas coloidales	49
PRÁCTICA	8	Preparación y propiedades de un jabón y un detergente	57





## PRÁCTICA 1

### ANÁLISIS DE FIERRO EN UNA ALEACIÓN

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta práctica, el alumno estará capacitado para:

- Definir una aleación y mencionar ejemplos.
- Describir la composición del acero, sus principales métodos de obtención y aplicación.
- Explicar el concepto de normalidad y la función de un indicador.
- Conocer y efectuar una titulación por óxido-reducción en el laboratorio.
- Aplicar la teoría de las reacciones redox en la determinación del contenido de hierro en una muestra de acero, mediante un análisis volumétrico.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Después del aluminio, el hierro es el metal más abundante y el cuarto elemento en existencia en la corteza terrestre; se encuentra formando parte de numerosos compuestos químicos y es también uno de los elementos máspreciados por su gran aplicación en la industria pesada. Se encuentra en la naturaleza en forma  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (hematita),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetita),  $\text{FeCO}_3$  (siderita), etc., de donde es extraído por fundición. Una gran parte de la producción de hierro se emplea en la elaboración de sus principales aleaciones: los aceros.

Existen varias clases de aceros, por ejemplo el acero al carbón, que contiene aproximadamente 1.7% de dicho elemento, y los aceros inoxidables que son aleaciones de acero al carbón con metales como el cromo y el níquel.

Dada la importancia que tiene el hierro desde el punto de vista químico, así como industrial, se ha elaborado como ejemplo para el estudio de aleaciones esta práctica de laboratorio, que consiste en determinar volumétricamente el porcentaje de hierro en una muestra de acero, aplicando la teoría de las reacciones redox estudiadas en el curso anterior.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### MATERIAL

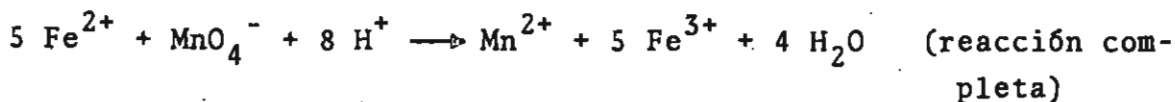
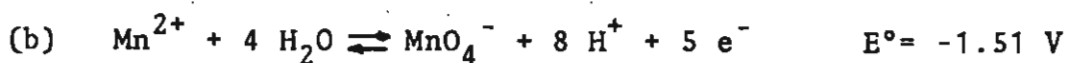
3 matraces Erlenmeyer de 300 ml  
1 bureta de 50 ml  
1 probeta de 50 ml  
1 vidrio de reloj  
balanza analítica

### REACTIVOS

Solución de permanganato de potasio 0.05 N  
Ácido sulfúrico 1:1  
Ácido fosfórico 1:1

Para llevar a cabo la reacción redox que servirá para la determinación de fierro en una muestra de acero, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. La reacción que se lleva a cabo, considerando las semireacciones (a) y (b).



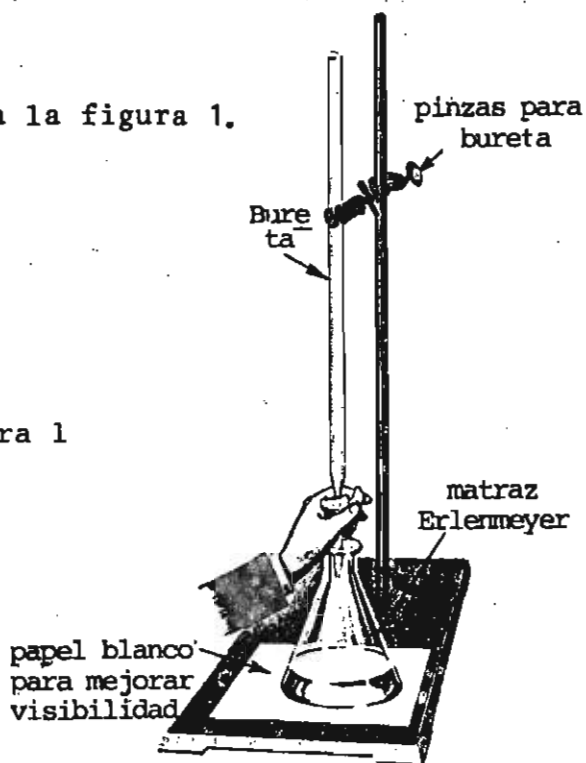
2. El fierro se encuentra en solución ácida en un matraz Erlenmeyer y el permanganato de potasio en una bureta, como se indica en la figura 1, para llevar a cabo la titulación.

3. Es necesario saber en qué momento la cantidad agregada de permanganato de potasio es suficiente para completar la reacción redox. Esto se determinaría agregando un indicador a la solución que se titula, pero el permanganato de potasio sirve como su propio indicador debido a su coloración, roja o rosa en solución diluida. El final de la reacción se determina cuando aparece en el matraz que contiene la muestra de fierro un color rosa persistente.

## TÉCNICA

- Montar la bureta de acuerdo a la figura 1.

Figura 1



## TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

- Pesar en un vidrio de reloj con aproximación de 0.0001 g, alrededor de 0.125 g de muestra de acero, agregarle 1.0 ml de ácido sulfúrico 1:1 y 5 ml de agua.
- Calentar el contenido del matraz en una placa de calentamiento hasta disolver la muestra. Esta operación debe hacerse en la campana de extracción y colocando un vidrio de reloj en la boca del matraz.
- Dejar enfriar la muestra. Agregar 0.5 ml de ácido fosfórico 1:1 y titular con la solución de permanganato de potasio gota a gota, hasta la aparición de un color rosa persistente, con agitación constante (figura 2). El ácido fosfórico se agrega para eliminar la coloración amarilla provocada por la formación del  $\text{Fe}^{3+}$  que impediría la observación del punto final de la reacción.
- Repetir el procedimiento nuevamente para comprobar los resultados.

## OBSERVACIONES

Antes de llenar la bureta con el volumen de solución de permanga-

nato de potasio, ésta deberá ser previamente enjuagada con un volumen mínimo de dicha solución.

Al llenar las buretas debe cerciorarse que no contengan burbujas de aire. Abra la llave para que la punta de la bureta quede llena de solución.

Todas las lecturas de volumen se deben hacer en el menisco inferior que forma el líquido.

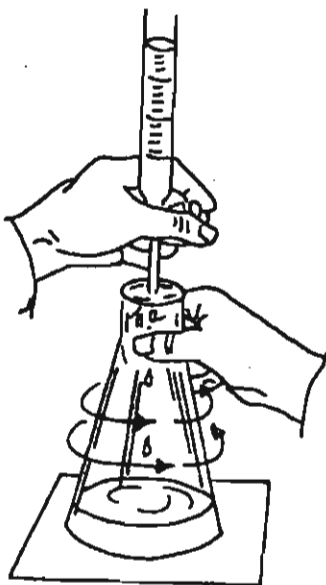


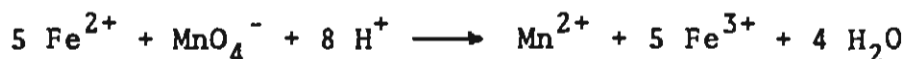
Figura 2

## CÁLCULOS

Para determinar el porcentaje de hierro en la muestra de acero se cuenta con los siguientes datos:

Peso de la muestra de acero	_____g
Volumen de $\text{KMnO}_4$ gastado en la titulación	_____l
Concentración de la solución de $\text{KMnO}_4$	_____N

Tomando en cuenta la reacción que se lleva a cabo en la titulación



recordando que:

- el número de equivalentes químicos se define como la masa (m) en gramos de un compuesto dividida entre su peso equivalente (PEq).

$$\# \text{ Eq} = \frac{m}{\text{PEq}} \quad (1)$$

- el peso equivalente (PEq) se define como su peso molecular (PM) dividido entre el número de hidrógenos sustituibles en el compuesto, o bien entre el cambio de oxidación (en las reacciones redox) que sufre el compuesto en la ecuación química dada.

$$\text{PEq} = \frac{\text{PM}}{\text{cambio de oxidación}} \quad (2)$$

- El número equivalente de un compuesto es igual al producto de la normalidad (N) de la solución en que se encuentra por el volumen de la misma (V).

$$\# \text{ Eq} = N V \quad (3)$$

En el punto de equilibrio de una titulación los equivalentes químicos del titulante son iguales a los equivalentes químicos de la solución problema.

$$\# \text{ Eq}_{\text{titulante}} = \# \text{ Eq}_{\text{solución problema}}$$

De aquí que:

$$(N V)_{\text{titulante}} = (N V)_{\text{solución problema}} \quad (4)$$

En la presente práctica se conoce la normalidad y el volumen gastado del titulante en la titulación, y lo que se quiere calcular son los gramos de Fe de la solución problema, por lo que de la ecuación (3) se tiene:

$$(N V)_{\text{titulante}} = \# \text{ Eq}_{\text{Fe}} \text{ (en la solución problema)}$$

Sustituyendo el valor del  $\# \text{ Eq}_{\text{Fe}}$  en la ecuación 1, tenemos:

$$(N V)_{\text{titulante}} = \frac{m_{\text{fierro}}}{PEq_{\text{fierro}}} \quad (5)$$

en donde, de la ecuación 2:

$$PEq_{\text{fierro}} (Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+}) = \frac{PM}{1} = 55.84$$

entonces:

$$m_{\text{fierro en g}} = PEq_{\text{fierro}} (N V)_{\text{titulante}} \quad (6)$$

NOTA: Si el volumen del titulante se maneja en mililitros, debe utilizarse la milésima parte del peso equivalente del fierro ( 0.05584 ).  $m_{Fe} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$

El titulante es el  $KMnO_4$  cuya normalidad se encuentra reportada en la etiqueta de su frasco. La solución problema (sulfato ferroso) en medio ácido se encuentra en el matraz erlenmeyer.

Calcular el tanto por ciento en peso del contenido de fierro en la muestra de acero.

$$\% Fe = \frac{g_{\text{fierro}}}{g_{\text{muestra}}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

## CUESTIONARIO

1. Defina una aleación y mencione tres ejemplos de ellas. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Describa la composición de un acero. Mencione algunas de sus aplicaciones. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Diga qué es una solución normal y cómo se prepara. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Indique cuál es el elemento que se reduce y cuál el que se oxida en la titulación. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Explique porqué el ácido fosfórico elimina la coloración amarilla de la solución problema. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Explique a qué se debe la aparición del color rosa en la titulación cuando la reacción ha terminado. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





## PRÁCTICA 2

### IDENTIFICACIÓN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL CEMENTO

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar en el laboratorio una serie de ensayos a una muestra de cemento con el fin de hacer relevante algunas características físicas y químicas importantes.
- Comparar estos ensayos con una muestra que incluya otros tipos de cemento.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Reciben la denominación de cementos todos aquellos conglomerados que amasados con agua, fraguan y endurecen, expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de hidratación estables en tales condiciones. Entre las muchas clases de cementos, el más importante es el Portland. Se obtiene de la mezcla íntima de los materiales calcáreos y arcillosos previamente triturados y convenientemente dosificados, cocidos hasta un principio de fusión y sometiendo luego la piedra cocida llamada clinker a una molienda junto con un regulador de fraguado que es el yeso.

La sílice ( $\text{SiO}_2$ ) facilita el endurecimiento, que es tanto mayor cuanto más elevada sea la proporción de ésta. No obstante, si la proporción de sílice excede de lo normal, se retrasa el proceso de fraguado.

El óxido férrico no sólo determina la coloración del cemento sino que también influye en la resistencia, análogamente a la sílica. La pérdida por calcinación es la parte volátil del cemento, es decir, el bióxido de carbono atmosférico que ha reaccionado principalmente con la cal libre para formar carbonato de calcio y agua que son expulsados de la muestra de cemento mediante su calcinación. El residuo insoluble proviene de las partículas de crudo que no reaccionaron durante la clinkerización, permaneciendo en el cemento como una masa inerte. Un alto valor indica baja resistencia.

Cuando se tiene una calcinación incompleta del clinker, se origina la presencia en el cemento de la cal libre que produce, si se tiene en exceso, expansiones o fracturas del concreto elaborado con dicho cemento.

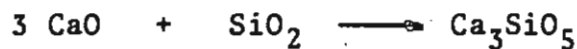
Independientemente de la composición, la resistencia de un cemento depende también del grado de finura del molido, es decir, del tamaño de las partículas que lo constituyen y será tanto mayor cuanto menor sea el tamaño de éstas.

Existen además de los componentes mencionados en el cemento Portland, elementos como: fósforo, titanio y manganeso en proporciones mucho menores, por lo que se consideran secundarios y no afectan en gran medida la calidad del cemento.

Para representar la composición química del cemento, es común usar abreviaturas para la fórmula de los óxidos que se encuentran más frecuentemente, así por ejemplo CaO se representa con una C y SiO<sub>2</sub> con una S. A continuación se presenta una lista de abreviaturas de uso general:

C = CaO	F = Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N = Na <sub>2</sub> O	P = P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
A = Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	M = MnO	K = K <sub>2</sub> O	f = FeO
S = SiO <sub>2</sub>	H = H <sub>2</sub> O	L = Li <sub>2</sub> O	T = TiO <sub>2</sub>

Este sistema se utiliza frecuentemente cuando se representa la ecuación química de la reacción entre los componentes del cemento, así:



El análisis químico en sí revela poco de la naturaleza de estos compuestos y tampoco proporciona la composición química del cemento en función de estos minerales, pero constituye la base para el cálculo de dicha composición.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### MATERIAL

1 gradilla  
5 tubos de ensayo  
1 tubo de desprendimiento  
1 mechero

### REACTIVOS

Diferentes tipos de cemento  
Ácido clorhídrico concentrado  
Hidróxido de sodio al 10%  
Acetato de plomo al 10%  
cal  
yeso  
Tiocianato de amonio al 5%  
Solución clara y reciente de  
agua de cal bien tapada (solución de hidróxido de calcio)

#### 1. Efecto del yeso y cal en el fraguado del cemento

Se pesan tres porciones de cemento de 10 gramos cada una. A la primera se le adicionan 4 ml de agua mezclando perfectamente, y la pasta obtenida se vierte sobre una superficie metálica. Adicionar a la segunda 5 gramos de yeso y 6 ml de agua, la pasta obtenida se deja reposar. A la tercera porción adicionar 5 gramos de cal y 6 ml de agua. Las tres muestras deben procurarse hacer del mismo tamaño y grueso para pruebas posteriores de resistencia. De ser posible, prepárense las tres muestras al mismo tiempo para determinar el tiempo de fraguado al final de la sesión. La muestra de cemento ya contiene en su formulación yeso y cal dosificados (cemento Portland), al agregarle más cantidad disminuirá su resistencia, por el contrario, si el cemento no contiene estas sustancias, al agregarlas se mejora su resistencia.

#### 2. Determinación de carbón en la muestra

En un tubo de ensayo colocar una pequeña muestra de cemento y adicionar agua suficiente para la formación de un líquido de aspecto lechoso, dejar reposar y observar si aparece una capa superficial. ¿ De qué color es ?

### 3. Determinación de CO<sub>2</sub> en el cemento

A una pequeña cantidad de cemento contenida en un tubo de ensayo se le adicionan 2 ml de ácido clorhídrico y se le coloca un tapón con tubo de desprendimiento. El gas producido se hace burbujear en una solución reciente de hidróxido de calcio, la aparición de un precipitado blanco (o turbiedad) indica la presencia de CO<sub>2</sub>. Para evitar que el gas CO<sub>2</sub> en el tubo de desprendimiento haga vacío y el agua de cal se absorba al tubo de ensayo, caliente dicho tubo.

NOTA: El agua de cal o solución de hidróxido de calcio se prepara con agua destilada y hervida. No debe presentar precipitado ni estar lechosa, sino transparente, para observar el precipitado formado por el gas.

El tubo que contiene cemento y ácido se guarda para la prueba 5.

### 4. Presencia de escorias en el cemento

Impregnar un pedazo de papel filtro con una solución de acetato de plomo, acercarlo a un tubo que contenga cemento y ácido clorhídrico. La aparición de una mancha negra indica la presencia de ácido sulfhídrico, resultado que demuestra a su vez la presencia de sulfuros (escorias) en el cemento.

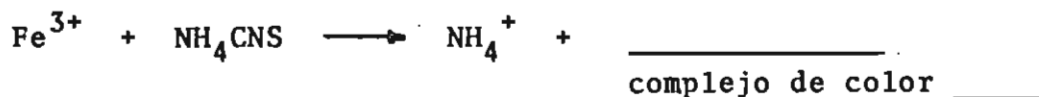
El tubo con cemento y ácido se guarda para la prueba 5.

### 5. Identificación de fierro en el cemento

A la muestra obtenida en el punto 4 o en el punto 3 se le agregan unas gotas de tiocianato de amonio. La presencia de una coloración roja indica la existencia de fierro en la muestra.

## CUESTIONARIO

1. a) ¿Qué aspecto y consistencia presentan las muestras del punto 1? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
b) ¿Qué propiedades le da el CaO al cemento? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
c) ¿Qué propiedades le infiere el yeso? ¿Cuál es la fórmula del yeso? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
2. ¿Cómo demuestra la presencia del carbón en una muestra de cemento? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
3. Al calcinar una muestra de cemento, ¿qué compuestos se liberan? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
4. ¿Cómo demuestra la presencia de sulfuros en el cemento? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
5. Complete y balancee la siguiente reacción:



## BIBLIOGRAFÍA

1. Guía de estudios de "Estructura de los materiales", edición UAM Azcapotzalco.
2. Cemento, fabricación, propiedades y aplicaciones. Keil Fritz.



## PRÁCTICA 3

### FIBRAS Y LACAS

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta práctica, el alumno será capaz de:

- Definir los polímeros y dar ejemplos.
- Clasificarlos de acuerdo con su naturaleza y sus métodos generales de obtención: de adición y de condensación.
- Distinguir y explicar las propiedades generales de los termoplásticos y los termofijos.
- Describir el método de polimerización por condensación.
- Obtener una resina poliéster (glyptal) por condensación de glicerina y anhídrido ftálico.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Inicialmente los objetivos de la química de los polímeros estaban encaminadas a encontrar sustitutos de polímeros naturales de gran importancia comercial, como era el caso de la seda y el caucho. El abastecimiento precario de este último durante la segunda guerra mundial dio como consecuencia que se lograra preparar el caucho sintético. A partir de entonces se obtuvieron diversos tipos de polímeros con características especiales que los llevaron a reemplazar una gran variedad de productos naturales, dando como resultado que los polímeros se empleen, por ejemplo, en la fabricación de fibras textiles, algunas piezas de automóviles, neumáticos, vajillas, juguetes, etcétera.

Los polímeros son compuestos que están formados por una serie de pequeñas unidades repetidas, las cuales se encuentran unidas continuamente por enlaces químicos normales; dichas unidades reciben el nombre de monómeros.

Los polímeros pueden ser naturales, como por ejemplo el hule, la celulosa, proteínas, etc., o sintéticos como el nylon, poliuretano, polietileno, etcétera.

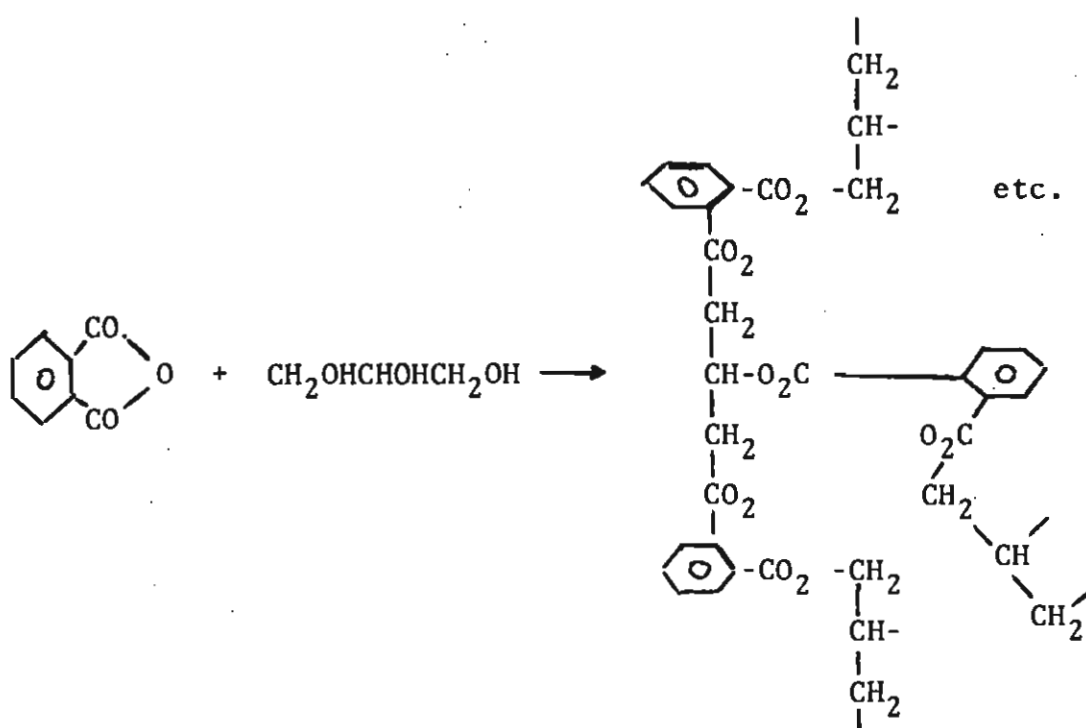
Existen dos métodos generales para la obtención de polímeros: el de adición y el de condensación.

Dada la importancia y extensión de estos dos métodos se distribuirá el trabajo experimental en dos prácticas, ésta y la siguiente

te. En este experimento se obtendrá un polímero por el método de condensación.

La polimerización por adición se estudiará en el siguiente experimento.

La polimerización por condensación se efectúa mediante la reacción de dos monómeros, con la eliminación de una molécula pequeña. Como ejemplo de este tipo de polimerización se obtendrá en el laboratorio un poliéster por condensación de anhídrido ftálico y glicerina. De acuerdo con la siguiente reacción:



anhídrido  
ftálico

glicerina

glyptal

Este tipo de polímeros se emplea en la fabricación de cubiertas protectoras, lacas y adhesivos.

Se llama polímero termofijado o termofijo al que forma una red con enlaces cruzados entre las cadenas. Un artículo fabricado con un plástico termofijado no puede ser remoldeado posteriormente para formar una nueva figura. Si se eleva la temperatura al punto en que se rompen los enlaces cruzados, también ocurren pro



cesos químicos irreversibles que destruyen las propiedades útiles del plástico (degradación). Los polímeros termofijados se preparan por el método de polimerización por condensación.

Un polímero termoplástico es bastante fácil de moldear o extruir debido a la ausencia de enlaces cruzados. Si se eleva la temperatura se hace bastante plástico y entonces se puede moldear para darle cualquier forma, incluso a temperaturas inferiores a la del punto de fusión, aunque son bastante sensibles sus propiedades mecánicas a la temperatura, lo que es distinto a los materiales termofijos. Estos polímeros se preparan por el método de adición.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### MATERIAL

- 1 vaso de precipitados de 100 ml
- 1 termómetro de 0-250°C
- 1 placa de calentamiento
- 1 agitador de vidrio
- 1 placa de metal o madera  
(tapa de leche en polvo, etc.)
- 1 mortero

### REACTIVOS

- Thiner comercial
- Anhídrido ftálico
- Glicerina ( $d = 1.261$ )

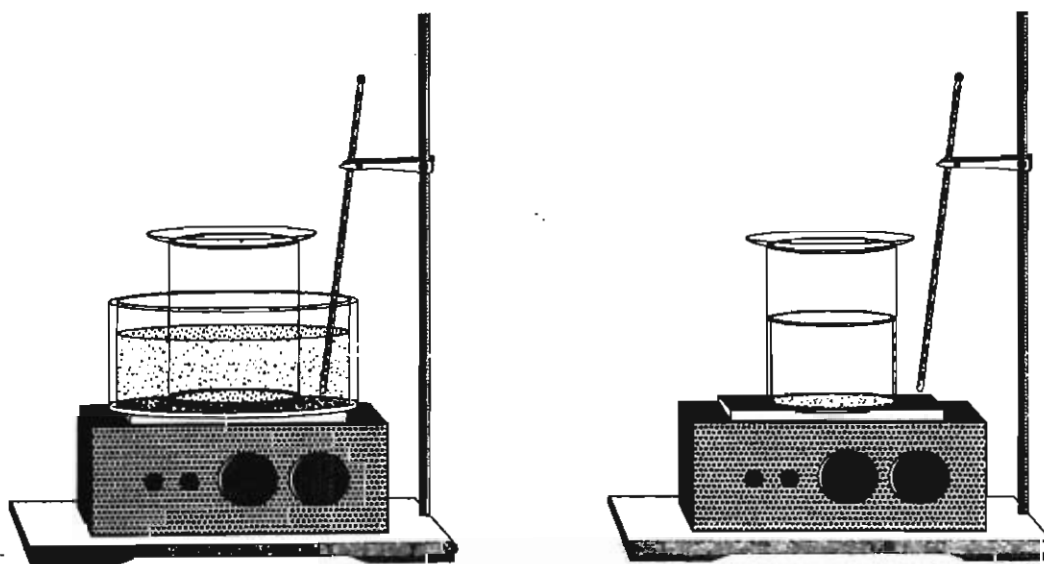


Figura 1

## TÉCNICA

- Mezclar en un vaso de precipitados de 100 ml, 3g de anhídrido ftálico y 2 g de glicerina y cubrirlo con un vidrio de reloj (fig. 1).
- Calentar la mezcla en un baño de arena o aire caliente entre 180-200 °C y agitar con la varilla de vidrio. Calentar entre estas temperaturas (máximo 220 °C) durante 10 minutos y verter inmediatamente la mayor parte del polímero formado a la placa de metal y el resto a un mortero. Dejar enfriar el polímero 10 minutos. Observar la muestra y registrar los resultados. La muestra colocada en el mortero no se deja endurecer, sino que aún viscosa se tritura y se disuelve con un poco de thinner comercial (sólo la cantidad suficiente para disolver el polímero, aproximadamente 3 ml). Aplicar esta solución sobre un objeto de madera dejando secar perfectamente el disolvente y observar la muestra.

## OBSERVACIÓN

El calentamiento del experimento debe efectuarse en la campana de extracción, debido a que hay una ligera descomposición del glicerol que produce un aldehído lacrimógeno.

La evaporación del disolvente (thiner) debe hacerse también en la campana de extracción.

## CUESTIONARIO

1. Explique qué es un polímero. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Mencione tres propiedades de ellos. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Indique si en su experimento de laboratorio usó algún iniciador de la reacción. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Explique por qué. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Cite algunos de los primeros polímeros que se obtuvieron industrialmente. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. El Glyptal es un polímero termofijo o termoplástico. Explíquelo. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## PRÁCTICA 4

### OBTENCIÓN DEL POLIMETACRILATO DE METILO

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

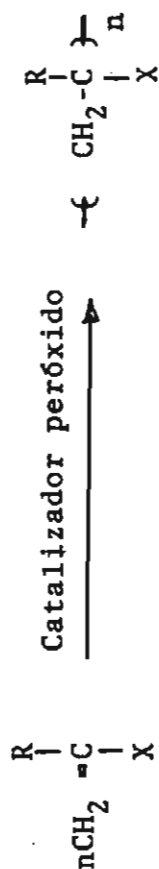
Al finalizar esta práctica, el alumno será capaz de:


- Definir un termoplástico.
- Explicar sus propiedades generales.
- Describir el proceso de preparación de un termoplástico.
- Obtener el polimetacrilato de metilo a partir del metacrilato de metilo.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La polimerización por adición es una reacción en cadena que se efectúa mediante la unión de ciertas partículas reactivas, las cuales pueden ser cationes, aniones o radicales libres. Estas últimas son entidades reactivas que tienen la propiedad de unirse a una molécula de monómero para formar un nuevo radical libre más grande, y así sucesivamente se forma la molécula creciente del polímero. Finalmente, para suspender la polimerización, se adiciona una sustancia que reacciona con el radical libre en crecimiento para generar otro que no sea suficientemente reactivo como para adicionarse al monómero. En este momento la polimerización se suspende.

El radical libre que comienza la reacción se denomina iniciador. Como ejemplo de este tipo de sustancia tenemos a los peróxidos. Las sustancias que finalizan la reacción se llaman inhibidores y entre ellos se encuentran los fenoles, algunas aminas y quinonas. El polimetacrilato de metilo corresponde a los polímeros vinílicos debido al grupo vinilo ( $\text{CH}_2=\text{CH}-$ ) presente en los monómeros a partir de los cuales se obtiene. En la siguiente tabla se presentan algunas de las variaciones estructurales y usos de dichos polímeros.



R	X	POLÍMERO	EMPLEO
-H	-Cl	Policloruro de vinilo	Sustituto del caucho, impermeables, lacas.
-H	-C≡N	Policianuro de vinilo poliacrilonitrilo (Orlón)	Tejidos, ropas.
-H		Poliestireno	Aislamientos eléctricos, fabricación de plástico espumoso.
-H	-O-CO-CH <sub>3</sub>	Poliacetato de vinilo (vinilita)	Láminas de plástico, películas, fibras.
-CH <sub>3</sub>	-CO-OCH <sub>3</sub>	Polimetacrilato de metilo (lucita, plexiglás)	Láminas, tubos y objetos de moldes transparentes
-Cl	-Cl	Policloruro de vinilideno (Sarán)	Láminas, embalajes, cubiertas para asientos.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### MATERIAL

3 tubos de ensaye de vidrio delgado (no pyrex)  
1 vaso de precipitados de 250 ml con hielo  
1 probeta de 10 ml  
1 espátula  
1 soporte, pinzas y rejilla  
1 recipiente para baño maría  
1 anillo  
papel aluminio

### REACTIVOS

Metacrilato de metilo  
Peróxido de benzoilo  
Hidroquinona (frasco gotero)  
Hielo

### TÉCNICA

- Colocar en los tubos de ensaye lo siguiente:
  - Tubo 1, 0.1 g de peróxido de benzoilo (iniciador de la polimerización)
  - Tubo 2, 2 gotas de hidroquinona (inhibidor de la polimerización)
  - Tubo 3, no se agrega ningún reactivo
- Agregar a cada uno de los tubos 5 ml del metacrilato de metilo, taparlos con papel aluminio y colocarlos en un baño maría a 95°C. Los tubos deben permanecer en calentamiento durante una hora y al cabo de ese tiempo observar los tubos 2 y 3.
- El tubo 1 se retira cuando se observa que el producto presenta una viscosidad elevada. Esto generalmente ocurre cuando han transcurrido de 15 a 30 minutos de calentamiento. Si se observa que durante este tiempo se forman burbujas en el producto, se introduce el tubo en un baño de hielo para controlar la polimerización. En el caso de no presentarse este problema, retirar el tubo del baño maría. Es conveniente aclarar que el producto no está totalmente polimerizado, por lo tanto, el alumno se llevará el tubo y dejará que termine de polimerizar su producto en presencia de luz solar o luz eléctrica, evitando colocarlo cerca del fuego.

NOTA. De no haber suficiente metacrilato de metilo, reducirlo a la mitad, así como los demás reactivos, o bien suprimir el tubo 2 y el tubo 3, y analizar teóricamente lo que sucedería.

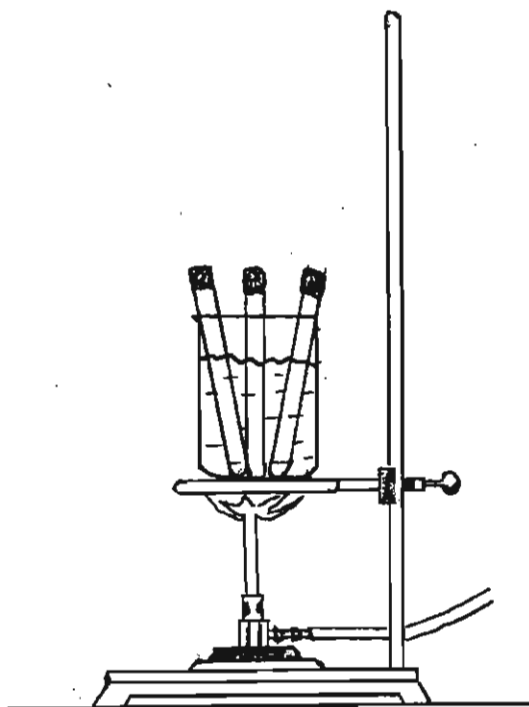


Figura 1



## CUESTIONARIO

1. Defina un termoplástico. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Indique las funciones de un iniciador y un inhibidor. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Explique el comportamiento del metacrilato de metilo en presencia de:  
a) calor \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
b) hidroquinona \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Mencione algunas propiedades del polimetacrilato de metilo. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Diga qué aplicaciones tiene su polímero obtenido en el laboratorio. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## PRÁCTICA 5

### PESO MOLECULAR DE LÍQUIDOS VOLÁTILES

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta práctica, el alumno estará capacitado para:

- Definir un líquido volátil y mencionar ejemplos.
- Determinar experimentalmente el peso molecular de un líquido volátil desconocido.
- Identificar el líquido desconocido utilizando el dato anterior y su punto de ebullición.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Con el objeto de poder efectuar la determinación del peso molecular de líquidos volátiles, es necesario considerar algunos aspectos sobre el comportamiento de los gases, que serán útiles para dicha determinación.

La Ley de Boyle establece que "a temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión".

La Ley de Charles establece que si "la presión se mantiene constante, el volumen es directamente proporcional a la temperatura absoluta".

Finalmente, la Ley de Avogadro establece que "el volumen de un gas es proporcional al número de moléculas de ese gas si la presión y la temperatura permanecen constantes".

Estas leyes se expresan como sigue:

LEY DE BOYLE	$V \propto 1 / P$	a T constante
LEY DE CHARLES	$V \propto T$	a P constante
POSTULADO DE AVOGADRO	$V \propto n$	a T y P constantes

Al combinar estas tres leyes se puede ver que el volumen de un gas es proporcional al número de moléculas y a la temperatura absoluta e inversamente proporcional a la presión.

$$V \propto n T / P$$

2893163

Al introducir una constante de proporcionalidad, llamada R, se convierte en igualdad:

$$V = \frac{n R T}{P} \quad (1)$$

Así, se llega a la expresión conocida como LEY GENERAL DE LOS GASES IDEALES. Dado que el número de moléculas de un mol de cualquier sustancia es siempre  $N = 6.023 \times 10^{23}$ , se puede expresar en moles el número de moléculas de cualquier cantidad de un gas. El volumen de Avogadro para un mol de gas a temperatura normal ( 273 K ) y a presión normal ( 1 atm ) es 22.4 litros. Al sustituir estos valores en la ecuación de la Ley de los Gases Ideales, se calcula el valor de R, que en este caso tiene las dimensiones ( 1 atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> )

$$R = \frac{1 \text{ atm} \times 22.4 \text{ l}}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}} = 0.082 \text{ l atm / K mol}$$

como

$$n = \frac{m}{PM} \quad (2)$$

sustituyendo la ecuación 2 en la 1

$$P V = \frac{m R T}{PM} \quad (3)$$

despejando PM de la ecuación 3

$$PM = \frac{m R T}{P V}$$

donde:

PM = peso molecular del gas ( o del líquido problema )

m = masa del gas

R = constante

T = temperatura del gas

P = presión del gas  
V = volumen del recipiente que contiene el gas  
n = número de moles

En esta forma, al obtener experimentalmente la temperatura de ebullición del líquido problema y el peso molecular del mismo, se puede identificar al líquido, esto último dependerá en gran medida de la habilidad en las determinaciones de peso, temperatura y volumen, entre otras.

#### DESARROLLO EXPERIMENTAL

##### MATERIAL

##### REACTIVOS

1 matraz Erlenmeyer de 125 ml	muestra del líquido volátil
2 vasos de precipitados de 600 ml	
1 termómetro	
1 pipeta graduada	
pinzas para tubo de ensaye	
papel aluminio, liga y cinta adhesiva	
balanza analítica	

##### TÉCNICA

- Pesar un matraz Erlenmeyer de 125 ml limpio y seco, al cual se le ha puesto una tapa de papel aluminio sujeta con una liga. Anote el peso del matraz (con la tapa, la liga y un pedazo de cinta adhesiva de aproximadamente  $1.5 \text{ cm}^2$ ).
- Colocar 2 ml aproximadamente del líquido problema en el matraz y taparlo inmediatamente sujetando muy bien el papel aluminio con la liga.
- Hacer un pequeño orificio de tal forma que sea suficiente para introducir el termómetro, cuidando que se ajuste para evitar pérdidas de vapor del líquido al calentarlo.
- Colocar agua hasta la mitad en un vaso de 600 ml y calentar hasta ebullición. Por otra parte, llenar hasta la mitad otro vaso de 600 ml con una mezcla agua-hielo. Después de que el agua del primer vaso haya alcanzado la ebullición, disminuir la flama

del mechero, tratando de mantener la temperatura del agua constante sin que ebulle violentamente.

- Sumergir hasta el cuello el matraz que contiene el líquido volátil en el agua caliente (figura 1). Esta operación es preferible llevarla a cabo en la campana de extracción de gases. Utilice unas pinzas para sostener el matraz.
- Dejar sumergido el matraz ligeramente ladeado en el agua caliente el tiempo necesario para que se evapore totalmente el líquido, anotando cuidadosamente la temperatura de evaporación.
- Remover con las pinzas el matraz del agua caliente y rápidamente sumergirlo hasta el cuello en el agua fría, manteniéndolo en esa forma durante 5 minutos.
- Quite las pinzas y el termómetro y tape el orificio del papel aluminio con la cinta adhesiva. Después de esta última operación puede observarse algo de vapor condensado, secar el exterior del matraz lo mejor posible, así como el papel aluminio evitando errores por llevar agua.
- Pesar lo mas rápido posible con una precisión de 1 mg y anotar el peso.

Para determinar el volumen del matraz, llénelo con agua e introduzca el termómetro para desplazar el líquido de su volumen. Mida el agua del matraz en una probeta graduada y anote la lectura como el volumen del matraz (expresado en litros).

Repetir el experimento totalmente.

NOTA: Considere la temperatura de evaporación del líquido problema como su temperatura de ebullición, experimental. Dicha temperatura (sin corregir) se utiliza en grados Kelvin en la ecuación correspondiente para calcular el peso molecular. Cuando esta temperatura se corrige por presión (\*), se obtiene en grados Centígrados y se utiliza para compararla con la temperatura de ebullición normal (a 760 mm de Hg) del líquido problema, teniendo así, además del peso molecular, este dato adicional de temperatura de ebullición normal para decidir e identificar al líquido problema.

$$(*) \quad T_{eb} \text{ corregida} = T_{eb} + 0.00012 (760 - P)(273 + T_{eb})$$

en donde:

$T_{eb}$  = temperatura de ebullición corregida por presión, es decir temperatura de ebullición normal ( °C ).

$T_{eb}$  = temperatura de evaporación experimental a 585 mm de Hg

$P$  = presión atmosférica ( 585 mm de Hg ) en la Cd. de México

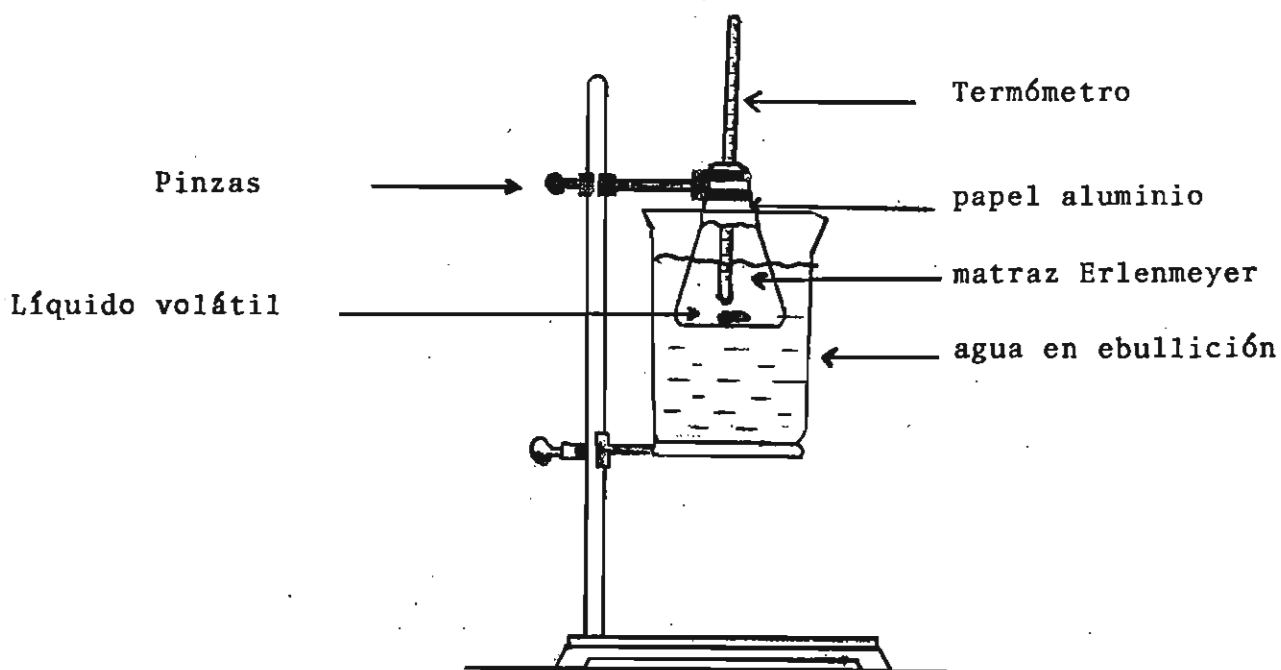


Figura 1

## DATOS

Peso del matraz, papel aluminio, liga y cinta adhesiva	_____g
Peso del matraz, papel aluminio, liga, cinta adhesiva y vapor condensado	_____g
Peso del vapor condensado	_____g
Volumen del matraz	_____l
Temperatura de evaporación del líquido	_____°C
Presión del gas (atmosférica)	_____585 mm Hg
Presión de vapor (P)	_____atm
Volumen del vapor (V)	_____l
Temperatura del vapor (T)	_____°C
Peso del vapor condensado (m)	_____g

## CÁLCULOS Y RESULTADOS

Peso molecular gramo (PM) del compuesto desconocido	_____g/gmo
Temperatura de ebullición corregida por presión (tablas)	_____°C
Líquido volátil desconocido	_____



## CUESTIONARIO

1. Explique lo que es un líquido volátil. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Defina la presión de vapor de un líquido. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Explique por qué se lleva a cabo la evaporación a presión constante. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Diga si se podría emplear en este experimento un líquido volátil desconocido con un punto de ebullición mayor a 100 °C. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Con los datos obtenidos experimentalmente (punto de ebullición corregido y peso molecular) se determinó la identidad del líquido problema. Indique qué otros factores podrían utilizarse además de los dos mencionados, para la solución de este problema. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## PRÁCTICA 6

### SOLUBILIDAD DE UNA SAL EN AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta práctica, el alumno estará capacitado para:

- Definir los conceptos de solución, soluto, solvente (disolvente), solubilidad, solución saturada y cristalización.
- Determinar la solubilidad de sustancias inorgánicas a diferentes temperaturas.
- Controlar en forma adecuada los factores que influyen en la solubilidad.
- Deducir solubilidades de sustancias a diferentes temperaturas, empleando las curvas de solubilidad.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Una solución es una mezcla homogénea cuyo componente en mayor cantidad se llama solvente, el otro y otros componentes que se encuentran en menor proporción se llaman solutos y se disuelven en el solvente.

Existen varias clases de soluciones: gases en gases (aire), líquidos en líquidos (gasolina), sólidos en sólidos (aleaciones) y sólidos en líquidos (suero).

La concentración de una solución saturada a presión y temperatura determinadas es una magnitud constante y característica para cada sustancia y se denomina SOLUBILIDAD. Ésta se expresa por el número de partes en peso de la sustancia seca contenida en 100 partes en peso del solvente (disolvente). El número que expresa la solubilidad de una sustancia se denomina COEFICIENTE DE SOLUBILIDAD. El caso específico de mezcla de dos líquidos entre sí se conoce como MISCIBILIDAD en lugar de solubilidad.

#### Factores que influyen en la solubilidad

Uno de los parámetros que más influye en la solubilidad es la temperatura, generalmente las sales inorgánicas aumentan su solubilidad a mayor temperatura, aunque en algunos casos excepcionales son más solubles a menor temperatura. Los gases son más solubles a

baja temperatura que a alta temperatura, por lo que se dice que presentan "solubilidad inversa".

La dependencia de la solubilidad con la temperatura se expresa por medio de una gráfica cuya curva es característica de cada soluto y se denomina CURVA DE SOLUBILIDAD.

Otros factores que influyen son las características físicas y químicas, tanto del soluto como del solvente. En general, se favorece la solubilidad cuando se tiene una mayor superficie de contacto entre el soluto y el solvente, esto se logra por medio de agitación mecánica y pulverización del soluto. Desde el punto de vista químico, influye el carácter iónico o no iónico de las sustancias en cuestión.

La presión es un parámetro que no influye en la solubilidad ya que no afecta al volumen de la solución. Sólo en el caso de soluciones gaseosas, este parámetro tiene influencia en la solubilidad.

#### Aplicaciones de la solubilidad

El contar con el valor de esta propiedad característica, permite efectuar la separación de varios solutos que se encuentran en una misma solución. Se aprovecha también en la purificación de sustancias mediante cristalizaciones sucesivas y es de gran utilidad para el cálculo correcto de agua en reacciones donde ésta interviene como solvente.

La cristalización se observa como la aparición de pequeñas partículas sólidas en el seno de la solución. Las soluciones saturadas deben presentar soluto precipitado (cristalizado)

#### DESARROLLO EXPERIMENTAL

##### MATERIAL

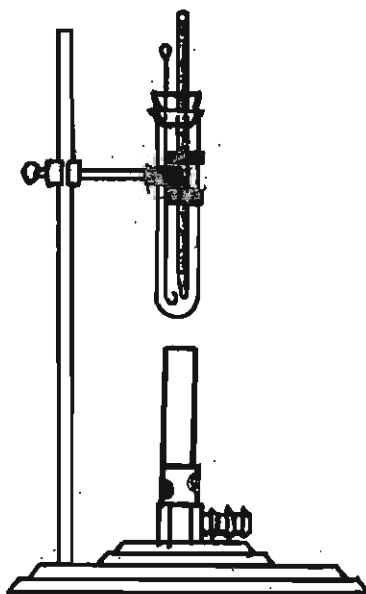
- 1 tubo de ensaye grande
- 1 termómetro ( 0 -100 °C)
- 1 alambre
- 1 mechero
- 1 soporte (con pinzas sin hule)
- 1 vaso con hielo
- balanza analítica

##### REACTIVOS

- Nitrato de potasio
- Dicromato de potasio
- Nitrato de sodio
- Cloruro de sodio

## TÉCNICA

- Montar el equipo de acuerdo a la figura 1, colocando el termómetro a 2 cm aproximadamente del fondo del tubo y teniendo cuidado de colocar el extremo del alambre alrededor del tubo del termómetro



- Cada equipo de trabajo deberá elegir una sustancia diferente para su experimento.
- Pesar la cantidad de sal indicada en la tabla 1 con precisión de 0.1 g, y agregar la primera cantidad de agua correspondiente. Agitar bien para disolver la sal. Considere que un gramo de agua es igual a un mililitro de la misma ( densidad del agua = 1 g/ml ).

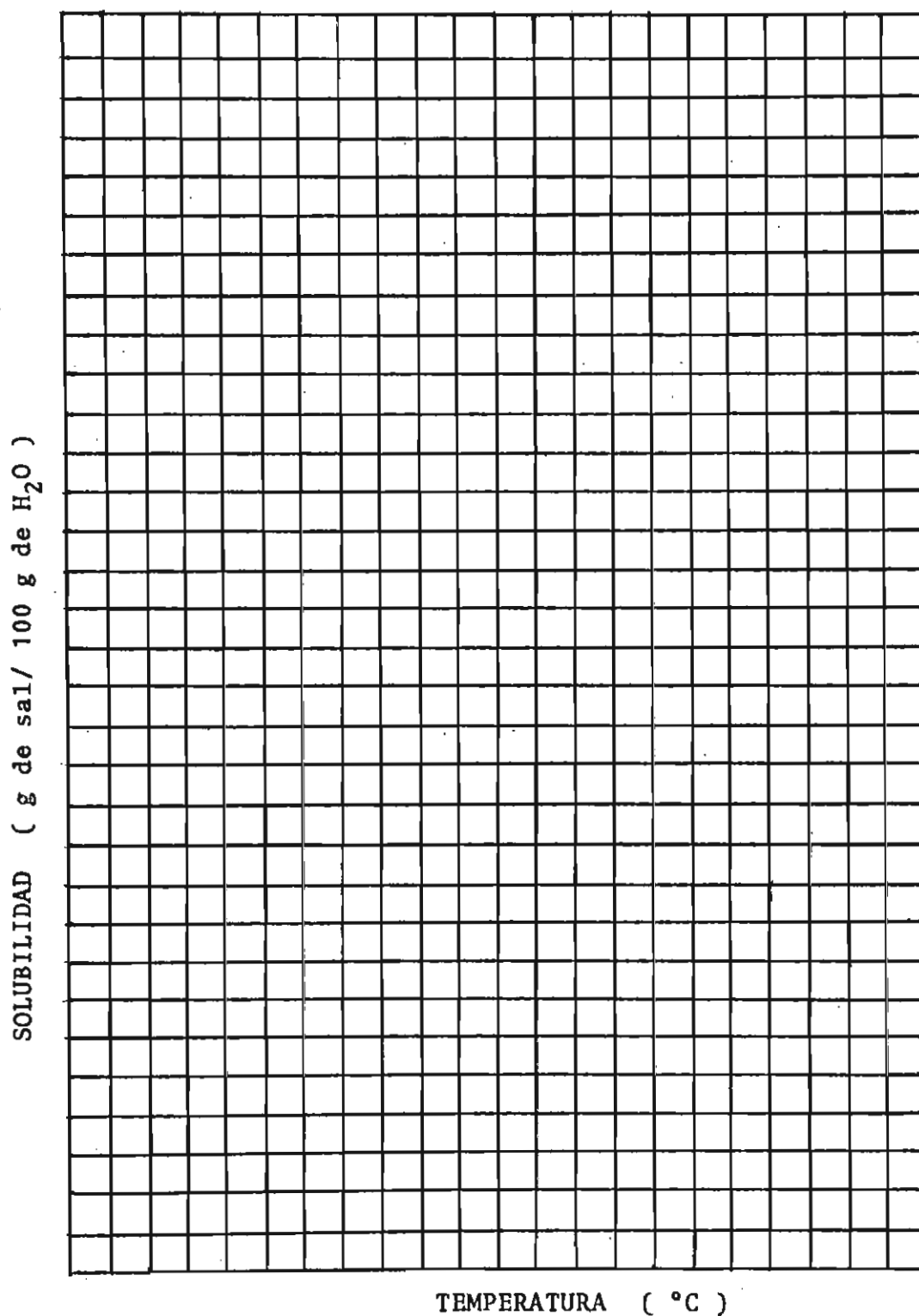
- Calentar lentamente el tubo y su contenido hasta la disolución completa de la sal, agitando constantemente con el alambre. Evite la pérdida de solvente por evaporación cuidando que la solución no llegue a la temperatura de ebullición.
- Suspender el calentamiento mas no la agitación, y cuando en la solución aparezca un pequeño cristal de la sal, anotar la temperatura para cálculos posteriores
- Agregar la segunda porción de agua al mismo tubo y repetir el ciclo de calentamiento y enfriamiento, anotando la temperatura de cristalización cada vez que se agregue una nueva porción de agua, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 1

SUSTANCIA	PESO EN g	CANTIDAD DE AGUA EN g					
		1a	2a	3a	4a	5a	6a
*KNO <sub>3</sub>	5.5 - 5.7	4.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0
*K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	2.7-2.9	3.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5
*NaNO <sub>3</sub>	5.5 - 5.8	3.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0

\*Recuperar estas sales en los recipientes indicados.

# GRÁFICA DE SOLUBILIDADES A DIFERENTES TEMPERATURAS



## CÁLCULOS

Con los datos de la tabla 1, determinar las solubilidades de las sustancias seleccionadas a las diferentes temperaturas y registrarlas en la tabla 2.

La solubilidad de cada determinación se calcula como:

$$\frac{\text{g sal}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} = \frac{\text{peso en gramos de la sal}}{\text{peso del agua agregada}} \times 100$$

TABLA 2

CÁLCULO DE SOLUBILIDADES A DIFERENTES TEMPERATURAS			
SUSTANCIA EMPLEADA:			
DETERMINACIÓN	PESO DEL AGUA	CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN SATURADA O SOLUBILIDAD ( g de sal/100 g H <sub>2</sub> O )	TEMPERATURA DE SATURACIÓN EN °C
1a			
2a			
3a			
4a			
5a			
6a			

Con los datos anteriores construir una gráfica de solubilidades utilizando el eje de las 'X' para la temperatura de cristalización y el eje de las 'Y' para la concentración de la solución en gramos de sal/100 g de agua.



## CUESTIONARIO

1. Defina brevemente el concepto de solución, soluto y solvente. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Explique cuándo se dice que una sal presenta:  
a) solubilidad directa \_\_\_\_\_  
b) solubilidad inversa \_\_\_\_\_
3. Determine con los datos de la gráfica la solubilidad a 50°C de la sal seleccionada. \_\_\_\_\_
4. Explique qué sucede si se siembra un cristal de un soluto en una solución que ya lo contiene, cuando ésta es:  
a) no saturada \_\_\_\_\_  
b) saturada \_\_\_\_\_  
c) sobresaturada \_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## PRÁCTICA 7

### SISTEMAS COLOIDALES

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta práctica, el alumno estará capacitado para:

- Definir un sistema coloidal y dar ejemplos.
- Clasificar a los coloides de acuerdo con sus fases, dispersa y dispersante, en soles, geles, emulsiones, espumas y aerosoles.
- Explicar el comportamiento de la materia en estado coloidal con base en propiedades eléctricas y tamaño de las partículas (efecto Tyndall, movimiento browniano, estabilidad, sensibilidad a cargas eléctricas, floculación y coagulación).
- Clasificar los sistemas coloidales en soluciones de macromoléculas y coloides de dispersión, así como de coloides de asociación.
- Describir y ejemplificar la preparación de soles por los métodos de dispersión y de condensación.
- Obtener dos suspensoides por reacción: sulfuro de arsénico ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ) e hidróxido férrico ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) a partir de ácido sulfhídrico y trióxido de arsénico (o cloruro de arsénico), cloruro férrico y agua destilada, respectivamente.
- Preparar un gel (alcohol sólido) a partir de una solución de acetato de calcio y alcohol etílico.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

En soluciones ordinarias el tamaño de las partículas del soluto es del orden de  $10^{-4}$  cm (10000 Å). En otros sistemas, donde las partículas son mayores, reciben el nombre de coloides. Estos a su vez se consideran en una posición intermedia entre las soluciones y las mezclas simples.

Los coloides se clasifican en tres grandes grupos dependiendo del tamaño de las partículas, y son: a) dispersiones, b) soluciones de macromoléculas y c) coloides de asociación.

De los tres sistemas anteriores, se trabajará en el laboratorio



Únicamente con las dispersiones, las cuales se definen como: sus pensiones de sustancias insolubles en forma de partículas, conte niendo un gran número de moléculas individuales. El medio en donde ocurre la dispersión se llama dispersor, la sustancia en suspensión es la fase dispersa, y al conjunto se le denomina sis tema disperso.

Para indicar la formación de un sólido visible en un sistema dis perso se emplean los términos: precipitación, coagulación o flo culación. Se entiende por floculación la aparición de pequeñas partículas poco coherentes suspendidas o precipitadas en un lí quido. Coagulación es la formación de precipitados con más su perficie que los cristalinos, en la cual dichos cristales están unidos en coágulos porosos. Cuando el sistema se encuentra en un estado semisólido, sin líquido sobrenadante inicial, se deno mina gel.

Considerando que tanto la fase como el medio disperso pueden ser sólidos, líquidos o gases, las dispersiones se agrupan de acuer do con la siguiente clasificación:

FASE DISPERSA	MEDIO DISPERSOR	NOMBRES COMUNES	EJEMPLOS
sólido	gas	aerosol (sólido)	humos
sólido	líquido	sol o suspensioide (suspensión)	AgCl, Au, As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> o S en H <sub>2</sub> O
sólido	sólido	suspensión sólida	Vidrios coloreados con diversos metales dispersados (vidrio rubí)
líquido	gas	aerosol (líquido)	nieblas, nubes
líquido	líquido	emulsión o emulsoide	dispersiones de agua en aceites o viceversa
líquido	sólido	geles o emulsión sólida	gelatinas, minerales con inclusiones líquidas (ópalo)
Gas	gas	—	desconocido
gas	líquido	espuma	crema batida
gas	sólido	espuma sólida	piedra pómez, sólidos porosos

En esta práctica se llevará a cabo la obtención y precipitación de dos suspensoides ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ) y ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ), así como la preparación de un gel para ilustrar el comportamiento de algunos sistemas coloidales.

### Propiedades características de los soles o suspensoides

Las dispersiones de sólidos en líquidos pueden subdividirse en lióforas y liófilas. Las primeras son aquellas dispersiones en las que hay muy poca atracción entre la fase dispersa y el dispersor; en los soles liófilos, la fase dispersa tiene una marcada afinidad por el medio y como resultado hay una gran solvatación de las partículas coloidales.

Entre otras características importantes que presentan los soles se encuentran las propiedades ópticas, como el efecto Tyndall, el cual consiste en la dispersión de la luz provocada por un sistema coloidal al hacer pasar un haz de luz a través de dicho sistema. Las propiedades eléctricas también son importantes, considerando que las partículas permanecen en suspensión porque sus superficies se encuentran cargadas por adsorción de iones positivos o negativos. Cuando las partículas poseen todas la misma carga no hay atracción entre ellas y no hay coalescencia (precipitación). La carga puede ser positiva o negativa, dependiendo del sistema, y al adicionar iones de carga opuesta, el coloide puede precipitar.

### Obtención de los soles

Tomando en cuenta que en las dispersiones el estado de subdivisión de la materia es intermedio entre las soluciones verdaderas y las mezclas de partículas gruesas, éstas se pueden preparar por condensación de las partículas en solución, o por dispersión de las partículas gruesas en agregados más pequeños.

Los métodos de obtención de coloides pueden ser físicos, como por ejemplo el molino coloidal para desintegración de agregados sólidos, o químicos, los que incluyen por ejemplo reacciones de óxido reducción.

## Aplicaciones de los coloides

Estos sistemas son ampliamente utilizados en la fabricación de productos alimenticios, farmacéuticos, cosméticos, de aleaciones, pinturas y tintas.

### DESARROLLO EXPERIMENTAL

#### MATERIAL

- 1 lámpara de mano cubierta en el foco con papel aluminio con un corte estrecho
- 1 pipeta para solución de arsénico
- 1 matraz Erlenmeyer de 125 ml
- 14 tubos de ensaye chicos
- 1 gradilla
- 1 pinzas para tubo de ensaye
- 2 vasos de precipitados de 50 ml
- 1 mechero, tripié y rejilla de alambre
- 2 vasos de precipitados de 100 ml
- 1 probeta graduada

#### REACTIVOS

- solución (ácida) de trióxido de arsénico o cloruro de arsénico al 1%
- solución saturada de  $H_2S$  (mantener el frasco bien tapado)
- solución amarilla diluida de  $FeCl_3$  o  $K_2Cr_2O_7$
- soluciones 0.5 M de NaOH, HCl, KBr y  $Na_2S_2O_3$  (en frasco gotero)
- agua destilada
- frasco gotero con solución de  $FeCl_3$  al 32%
- frasco gotero con solución de  $Na_3PO_4$ , NaOH,  $Na_2SO_4$ ,  $Na_2S_2O_3$  0.02 M
- solución saturada de acetato de calcio
- alcohol etílico de 96°

### Preparación de un coloide lióforo

- En un erlenmeyer de 125 ml diluir con 15 ml de agua, 15 ml de solución saturada de ácido sulfhídrico.
- Adicionar gota a gota (2 o 3 gotas) y agitando, una solución de cloruro de arsénico o trióxido de arsénico hasta que se ob-

serve la aparición de una coloración amarilla opalescente (brillante y transparente). Si por el contrario se presenta una apariencia lechosa, repetir el experimento, pues el coloide ha precipitado por un exceso de solución de arsénico.

#### Observación del efecto Tyndall

- Manteniendo el recipiente en una zona oscura, hacer pasar a través de la solución un delgado haz de luz intensa.
- Hacer pasar el mismo haz de luz a través de una solución verdadera (cloruro férrico o dicromato de potasio diluidos) y comparar con lo observado en el experimento anterior.

#### Pruebas para el coloide $(As_2S_3)S^{2-}$

- Colocar en 5 tubos de ensaye una muestra del coloide preparado ( 2 ml aproximadamente) y agrega 15 gotas de los siguientes reactivos anotando sus observaciones:

TUBO	SOLUCIÓN 0.5 M DE	OBSERVACIONES
1	NaOH	
2	HCl	
3	KBr	
4	$Na_2S_2O_3$	
5	calentar hasta ebullición	

#### Preparación del coloide lióforo de $Fe(OH)_3$

- Hervir 20 ml de agua destilada en un vaso de precipitados de 50 ml.
- Agregar durante la ebullición unas gotas de solución de cloruro férrico al 32% en peso. Esta adición debe hacerse con un goteo rápido y con agitación constante. Se observa la formación del coloide cuando aparece una coloración marrón rojiza que no cambia al enfriarse. El coloide coagula y pre

precipita en presencia de los iones  $\text{OH}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ .

### Pruebas para el coloide $\text{Fe}(\text{OH})_3$

- Observar el efecto Tyndall.
- Colocar una muestra de 3 ml aproximadamente en 4 tubos de ensaye y agregar 17 gotas de los reactivos que se indican, esperar unos minutos y anotar sus observaciones:

TUBO	SOLUCIÓN 0.02 DE	OBSERVACIONES
1	NaOH	
2	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	
3	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	
4	$\text{Na}_3\text{PO}_4$	

### PREPARACIÓN DE UN GEL (COLOIDE LIOFILO)

- Colocar 20 ml de alcohol en un vaso de precipitados de 100 ml y adicionarle cuatro ml de una solución acuosa saturada de acetato de calcio.
- Vaciar rápidamente la mezcla anterior a otro vaso de precipitados y observar.

### PRUEBAS PARA EL GEL

- Observar el efecto Tyndall.
- Colocar una muestra de 2 ml aproximadamente en 5 tubos de ensaye y agregar 0.5 ml (o de 10 a 14 gotas) de los siguientes reactivos, anotando sus observaciones.

TUBO	Soln. 0.5 M de:	OBSERVACIONES
6	NaOH	
7	HCl	
8	KBr	
9	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	
10	Calentar hasta ebullición	
- Encienda con un cerillo una pequeña muestra.		



## CUESTIONARIO

1. Defina un sistema coloidal. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Indique qué tipo de coloide se tiene cuando la fase dispersa y el medio son líquidos. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Diga por qué método de obtención preparó el coloide  $\text{As}_2\text{S}_3$ .  
Explique por qué. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Indique qué carga adsorbida tiene el coloide:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , considere que se trata del óxido férrico hidratado cuya fórmula ilustrativa es  $(Y \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot X\text{H}_2\text{O}) \text{Fe}^{3+}$ . \_\_\_\_\_
5. Diga a qué tipo de dispersiones (liofóbica o liofílica) corresponden el  $(\text{As}_2\text{S}_3)\text{S}^{2-}$  y el  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Explique qué entiende por floculación. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. ¿Puede el calor destruir o precipitar a un coloide ? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ¿Los coloides liofobos son sensibles (es decir, precipitan) con soluciones de electrólitos que contienen iones de carga opuesta a la carga adsorbida sobre el coloide? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. ¿Los coloides liofilos son sensibles (se destruyen) con soluciones de electrólitos? \_\_\_\_\_



## PRÁCTICA 8

### PREPARACIÓN Y PROPIEDADES DE UN JABÓN Y UN DETERGENTE

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar esta práctica, el alumno estará capacitado para:

- Definir tensión superficial.
- Definir y diferenciar un jabón de un detergente.
- Clasificar los jabones y los detergentes en aniónicos, catiónicos y no iónicos.
- Describir una saponificación y una sulfonación.
- Obtener un detergente a partir de un derivado del petróleo (dodecibenceno) tratado con ácido sulfúrico fumante (óleum).
- Determinar algunas propiedades de los jabones y los detergentes obtenidos en el laboratorio y compararlos con otros de tipo comercial.
- Conocer los efectos que causan estos productos en el medio ambiente cuando son desechados en forma irracional.

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Los jabones y los detergentes son compuestos químicos de gran importancia para la industria, por ser empleados como materias primas en la elaboración de una variedad inmensa de otros productos. También tienen gran consumo como materiales de limpieza para uso doméstico e industrial.

Estos productos son solubles en agua y modifican su tensión superficial, disuelven las grasas y son buenos humectantes, propiedades que los hacen semejantes; sin embargo, los jabones y los detergentes no tienen igual composición química y se obtienen por métodos diferentes. Así también, el efecto que causan en el medio ambiente cuando son desechados no es el mismo.

En esta práctica se obtendrán simultáneamente, por diferentes equipos de trabajo, un jabón y un detergente de tipo comercial y se someterán a algunas pruebas comparativas con otros jabones y detergentes que existen en el mercado.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### MATERIAL

3 vasos de precipitados de 600 ml  
1 vaso de precipitado de 250 ml  
1 embudo de separación de 250 ml  
1 probeta de 100 ml  
1 soporte, pinzas y nueces  
1 mechero  
1 cronómetro  
1 termómetro  
fibra para medir humectancia  
(opcional)  
papel pH

### REACTIVOS

mezcla de aceite de coco y  
sebo de res (homogénea)  
hidróxido de sodio (reciente)  
solución saturada de cloruro  
de sodio  
perfume y color para jabones  
(opcional)  
lanolina (opcional)

### Saponificación de la materia grasa

- Montar el equipo de acuerdo con la figura 1.

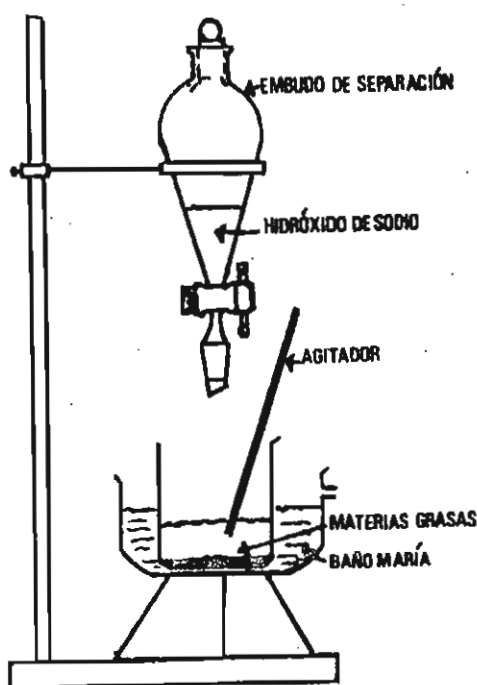


Figura 1

## Obtención de un jabón

El jabón es un producto que resulta de la reacción entre materias grasas (ésteres) y una base, este proceso es conocido con el nombre de saponificación.

Los jabones están constituidos químicamente por dos partes importantes: una hidrófoba (orgánica) y otra hidrófila (inorgánica).

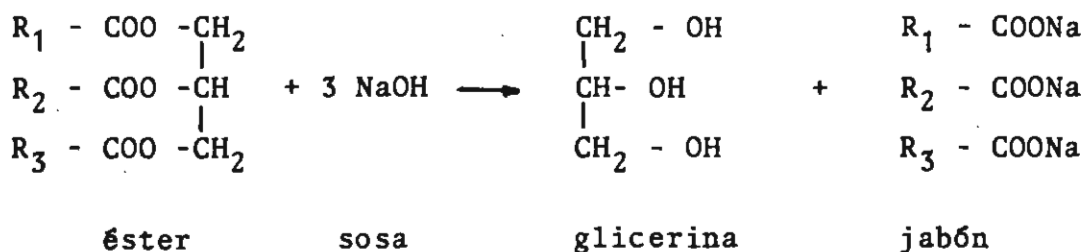
Tienen la propiedad de emulsionar las grasas, de ser buenos humectantes y modificar la tensión superficial del agua, además forman sales insolubles de calcio y magnesio cuando se ponen en contacto con aguas duras.

Los jabones se clasifican en blandos, duros y metálicos. Los blandos son sales de potasio, los duros de sodio y los metálicos de aluminio, magnesio, calcio, etcétera.

Los dos primeros tipos de jabones se emplean como agentes de limpieza (de lavandería y tocador), en la preparación de ungüentos, desinfectantes y algunos cosméticos. Los metálicos se usan como lubricantes, aditivos en resinas, barnices, etcétera.

La obtención del jabón en el laboratorio se llevará a cabo mediante la saponificación con sosa de una mezcla de aceite de coco y grasa animal, siguiendo un proceso similar al empleado a nivel industrial.

La reacción que se lleva a cabo se puede representar de la siguiente manera:



- Colocar en un vaso de precipitados 50 g de una mezcla de aceite de coco y sebo (75-25 %). Calentar en baño maría hasta 40-50°C, aproximadamente, hasta homogenizar las grasas.
- Colocar en el embudo de separación 11 g de hidróxido de sodio disueltos en 75 ml de agua.
- Agregar lentamente a la mezcla de grasas la solución alcalina. Mantener una agitación constante aun después de haber adicionado toda la solución de sosa, durante 5 minutos más.
- Calentar hasta tener un producto homogéneo y cremoso sobre todo si se observa que éste tiende a separarse.

#### Separación de la glicerina

- Colocar en un vaso de precipitados de 600 ml el producto saponificado y agregar 200 ml de solución saturada de NaCl.
- Calentar, agitando constantemente, hasta ebullición. Se observa que el producto se separa en dos capas bien definidas: la superior que contiene el jabón en forma de pasta blanda y la inferior que tiene en solución la glicerina, el NaCl y el exceso de NaOH.
- Separar el jabón de la solución por decantación.
- Repetir la misma operación 2 o 3 veces más con el objeto de separar al máximo la glicerina y eliminar el exceso de hidróxido de sodio, hasta un pH de 7.0. Esto último se puede comprobar empleando papel pH como indicador.
- Si el jabón terminado presenta un aspecto aceitoso, volver a saponificarlo agregando solución de NaOH, calentar en baño maría y volver a lavar a pH 7. Este paso puede evitarse si desde un principio se usa un exceso de solución de NaOH. El jabón puede dejarse unos días en un recipiente de vidrio para que se seque y pueda desmoldarse.

#### Formulación final (opcional)

- Poner en un vaso de 400 ml el jabón ya seco y pulverizado, 2 g de lanolina, 2 g de glicerina, 40 a 50 ml de H<sub>2</sub>O, color y esencia de algún perfume especial para jabones.
- Calentar suavemente a baño maría hasta tener una mezcla homogé

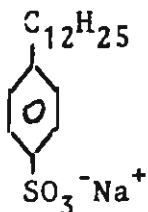
nea, agitando lentamente para evitar hasta donde sea posible la formación de espuma.

- Vaciar el contenido del vaso en un molde y dejar reposar con el objeto de que el jabón se solidifique, para someterlo a pruebas posteriores.

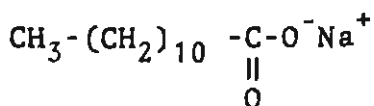
### Obtención de un detergente

Los detergentes son productos que resultan de la reacción entre el dodecilbenceno y el óleum ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado +  $\text{SO}_3$ ). Su molécula está formada esencialmente por dos partes: una orgánica que contiene 18 átomos de carbono (en el caso específico del detergente de uso común que se conoce en el mercado) y recibe el nombre de hidrófoba; la otra parte es inorgánica y recibe el nombre de hidrófila. Los detergentes son productos solubles en agua, emulsificantes, humectantes y tienen la ventaja sobre los jabones de no formar sales insolubles de calcio y magnesio en aguas duras. La estructura pesada de la molécula de detergente puede ser un ión negativo (anión), un ión positivo (catión) o puede tratarse de un compuesto no iónico. De aquí que los detergentes estén divididos en tres grandes grupos: aniónicos, catiónicos y no iónicos.

Detergentes aniónicos. Son los más comúnmente usados. A este tipo pertenecen los detergentes domésticos que existen en el mercado y los jabones comerciales, por ejemplo:



Dodecil-bencen-sulfonato de sodio  
(detergente común)



Laureato de sodio (jabón)

Detergentes catiónicos. Son menos comunes, su principal aplicación es de tipo industrial como producto humectante y emulsificante.

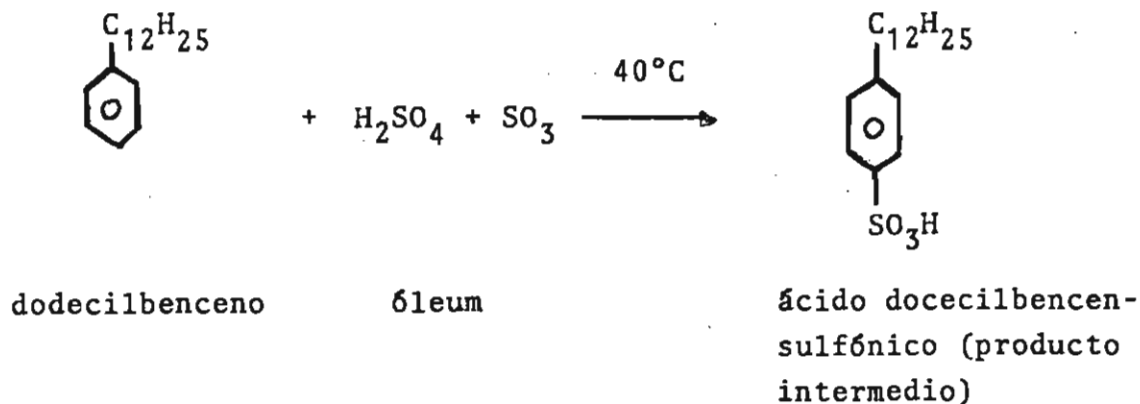
Detergentes no iónicos. Estos funcionan bien en agua dura y de bajo pH y se usan en lavadoras.

Los detergentes tienen gran aplicación en la industria textil, como coadyuvantes de emulsificantes, en la elaboración de tintas de imprenta, pigmentos, etcétera.

El detergente que se elaborará en esta práctica será líquido, debido a la facilidad de neutralización del producto intermedio utilizando trietanolamina como base. El detergente sólido no se obtendrá ya que implica una mayor precisión en el control de pH para la neutralización.

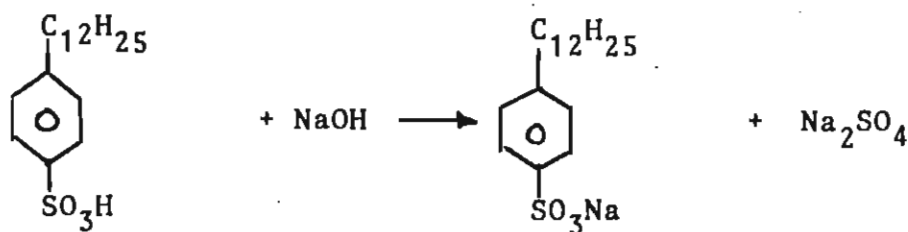
#### Reacciones efectuadas

##### SULFONACIÓN:





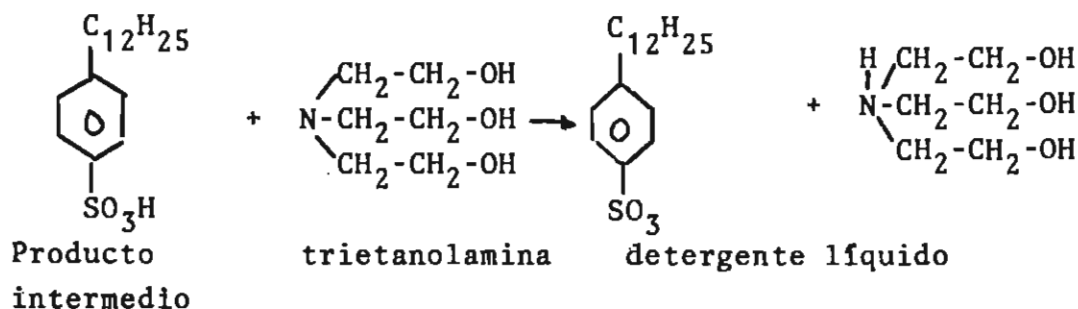
Con hidróxido de sodio al 26%:



Producto intermedio

Detergente sólido

Con trietanolamina al 30%:



Producto  
intermedio

trietanolamina

detergente líquido

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### MATERIAL

- 2 vasos de precipitados de 400 ml
- 2 vasos de precipitados de 250 ml
- 1 embudo de separación de 250 ml
- 1 termómetro
- 1 cronómetro
- 1 probeta de 100 ml
- 1 frasco
- 1 baño maría
- guantes y anteojos

### REACTIVOS

- Dodecilbenceno
- Ácido sulfúrico fumante (óleum de 23%)
- Trietanolamina al 30%
- Fibra especial para pruebas de humectancia
- Colorante para detergentes

### TÉCNICA

- Montar el equipo de acuerdo con la figura 2.
- Colocar 20 ml de dodecilbenceno en un vaso de 250 ml y 20 ml de

- ôleum en un embudo de separación, el cual debe estar perfecta-
- Adicionar el ôleum al dodecilbenceno, gota a gota, hasta tener un producto uniforme de color obscuro que es el ácido dodecilbencen-sulfónico y el exceso de ácido sulfúrico. Esta adición debe hacerse con agitación y absoluto control de temperatura, la cual debe mantenerse entre 40 y 50°C.

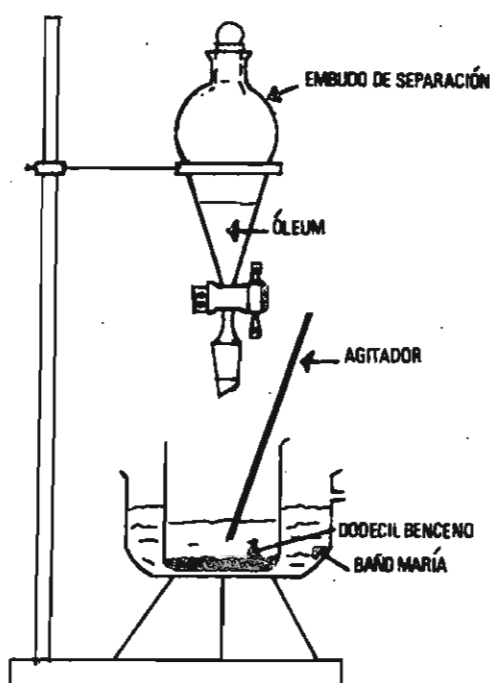


Figura 2

- Agitar durante 10 minutos más, después de haber agregado todo el ôleum, y pasado este tiempo adicionar al producto sulfonado de 10 a 15 ml de agua con el objeto de separar el ácido sulfúrico residual del ácido dodecilbencen-sulfónico. Esta separación debe efectuarse a una temperatura de 40 a 50°C.
- Pasar toda la mezcla a un embudo de separación y dejar reposar hasta tener dos capas bien definidas, una que contiene ácido sulfúrico residual (inferior) y otra que contiene ácido dodecilbencen-sulfónico (superior).
- Desechar la capa inferior y la capa superior pasarla a un vaso de precipitados de 400 ml y neutralizarla hasta un pH de 7.0 con una solución al 30% de trietanolamina y manteniendo siempre una temperatura de 40-50°C.

El dodecilbencen-sulfonato de trietanolamina es un producto líquido viscoso e incoloro. Si no hay control estricto de la temperatura se obtiene un producto amarillento. Para mejorar la apariencia del detergente se puede adicionar un colorante artificial especial para detergentes.

#### Pruebas de solubilidad, espuma y humectancia para los jabones y detergentes

Estas pruebas son de tipo comparativo, utilizando como estándar un jabón y un detergente de uso comercial.

##### a) Solubilidad.

Preparar, en dos vasos de precipitados de 250 ml, dos soluciones al 2% en peso: una con el jabón o detergente obtenido en el laboratorio y otra con cualquier jabón o detergente comercial. Observar la apariencia de las soluciones y anotarlo en el cuadro 1.

##### b) pH.

Medir el pH de las soluciones anteriores con papel pH y anotarlas en el cuadro 1.

##### c) Humectancia.

Vaciar las soluciones en dos probetas de 100 ml y colocar simultáneamente sobre las superficies de los líquidos dos muestras de una fibra especial para este tipo de pruebas. Marcar con un cronómetro el tiempo de caída de las fibras y anotar el dato en el cuadro 1.

##### d) Espuma.

Vaciar las soluciones en un frasco de tapón esmerilado de 250 ml

y agitar durante 1 minuto (usando cronómetro), dando el mismo número de vueltas a las soluciones. Observar la cantidad de espuma que se forma en cada solución y anotar el tiempo de desaparición de la misma.

Una última prueba que el alumno debe realizar es el empleo de los productos obtenidos en su aseo personal y lavado de sus prendas.

Registrar los resultados de las pruebas comparativas aplicadas a los productos obtenidos en el laboratorio y a los de tipo comercial.

CUADRO 1

	JABONES		DETERGENTES	
	LABORATORIO	COMERCIAL	LABORATORIO	COMERCIAL
APARIENCIA				
SOLUBILIDAD EN AGUA				
PH				
HUMECTANCIA				
ESPUMA				
OBSERVACIONES				

CUESTIONARIO  
(JABONES)

1. Defina brevemente el concepto de saponificación. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Describa cómo está constituida químicamente la molécula del jabón. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Explique por qué se agrega una solución de cloruro de sodio para separar la glicerina del jabón. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Indique si la temperatura es un factor importante en la saponificación y diga por qué. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Mencione las propiedades que debe tener un buen jabón. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Explique qué sucedería si su jabón tuviera un pH de 9. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CUESTIONARIO  
(DETERGENTES)

1. Defina brevemente la sulfonación. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Describa cómo está constituida químicamente la molécula de un detergente. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Diga por qué se agrega agua para separar el ácido sulfúrico residual en la sulfonación. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Mencione las principales propiedades de un detergente. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Mencione algunos efectos nocivos que causan los detergentes cuando son desechados. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

CONCLUSIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Laboratorio  
de estructura  
de los materiales**

Se terminó	La edición estuvo
de Imprimir	a cargo
en el mes de enero	de la Sección
del año 2003	de Producción
en los talleres	y Distribución Editoriales
de la Sección	
de Impresión	Se imprimieron
y Reproducción de la	650 ejemplares
Universidad Autónoma Metropolitana	más sobrantes
Unidad Azcapotzalco	para reposición.

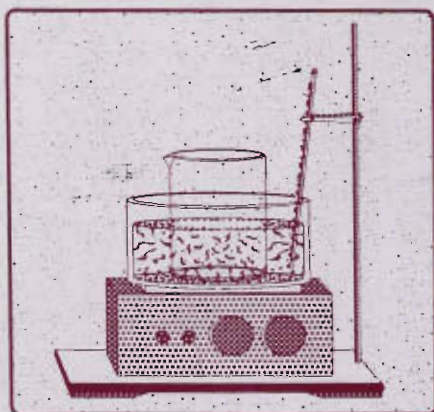
**FECHA DE DEVOLUCION**[illegible]

**2893163**  
**Laboratorio de estructura**









ISBN: 970-654-633-2



978-97065-46333

LABORATORIO DE ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

FERNANDEZ SANCHEZ LI \* SECCION DE IMPRESION

04432



\$ 10.00

R. 40

\$ 10.00

21-ANTOLOGIAS

\* 01-CB1